

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-66067
(P2000-66067A)

(43) 公開日 平成12年3月3日(2000.3.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
G 0 2 B 6/42		G 0 2 B 6/42	2 H 0 3 7
	6/126	H 0 1 L 33/00	M 2 H 0 4 7
H 0 1 L 31/0232		G 0 2 B 6/12	E 5 F 0 4 1
	33/00	H 0 1 L 31/02	C 5 F 0 8 8
H 0 4 B 10/02		H 0 4 B 9/00	U 5 K 0 0 2

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-236990

(22) 出願日 平成10年8月24日(1998.8.24)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 篠 邦宣

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(72) 発明者 堀江 和由

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100096806

弁理士 岡▲崎▼ 信太郎 (外1名)

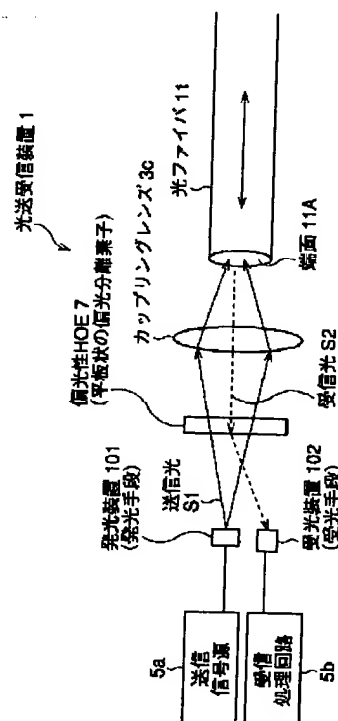
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光送受信装置

(57) 【要約】

【課題】 部品点数の削減とともに小型化が図れる光送受信装置を提供すること。

【解決手段】 単一の光伝送路11を用いて送受信する光送受信装置1であり、直線偏光の送信光S1を発生する発光手段101と、単一の光伝送路11から送られてくる受信光S2を受光する受光手段102と、発光手段101と受光手段102と、単一の光伝送路11の端部の間に配置されて、発光手段101から単一の光伝送路11に導かれる送信光S1と、単一の光伝送路11から送られてくる受信光S2とを分離する平板状の偏光分離素子7と、を備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 単一の光伝送路を用いて送受信する光送受信装置において、

直線偏光の送信光を発生する発光手段と、

単一の光伝送路から送られてくる受信光を受光する受光手段と、

発光手段と受光手段と、単一の光伝送路の端部の間に配置されて、発光手段から単一の光伝送路に導かれる送信光と、単一の光伝送路から送られてくる受信光とを分離する平板状の偏光分離素子と、を備えることを特徴とする光送受信装置。

【請求項2】 平板状の偏光分離素子は、偏光性ホログラフィック光学素子である請求項1に記載の光送受信装置。

【請求項3】 平板状の偏光分離素子は、構造複屈折素子を有する請求項2に記載の光送受信装置。

【請求項4】 平板状の偏光分離素子には、集光機能を有するホロレンズを有する請求項2に記載の光送受信装置。

【請求項5】 ホロレンズは、形成または貼り付けることとで設けられている請求項4に記載の光送受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、単一の光伝送路を用いて送受信する光送受信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光ファイバによる光通信は、その広帯域性や、長距離伝送性から、電話回線網やデータ回線網の幹線通信用として、広く実用化されている。配線系としても、企業などでは、石英系の光ファイバ網がフロアまではきており、また、家庭では、FTTH (Fiber To The Home) によって、家の軒下までの光ファイバ化の計画が通信会社等によって実用化されている。今後は更に、フロア内や、家庭内のネットワークの光通信化が、行われていくのは必至である。この領域では、従来の幹線系やアクセス系に比べ、光送受信装置の小型化や低価格化が、より重要になる。これを実現するために、1本の光ファイバで送信光と受信光の双方向通信を行うことが有効である。1本の光ファイバを用いる1芯方式は、送受信のトランシーバ、コネクタに関して2本以上の光ファイバを用いた2芯方式の光伝送路に比べて、小型になり、価格もシステムコストとしてみると、光ファイバのコストが1本分ほど確実に安くなる。

【0003】ところで、この種の光送受信装置としては、図11や図12の構造のものが提案されている。図11の従来の光送受信装置では、送信信号源1005aの発光装置1001は、送信カップリングレンズ1003aを介して送信用光ファイバ1004aに送信光を入射する。受信用光ファイバ1004bからの受信光は、受信カップリングレンズ1003bを介して受光装置1

002に受光し、受信処理回路1005bがこの受信光を処理する。図12の光送受信装置では、送信信号源1005a側の発光装置1001は、実線で示すように、ハーフミラー1006及びカップリングレンズ1003cを介して光ファイバ1004cに送信光を与える。光ファイバ1004cからの受信光は、破線で示すように、ハーフミラー1006で反射させて受光装置1002で受光させる。受信処理回路1005bはこの受信光を処理する。

【0004】図11の光送受信装置では、送信用光ファイバ1004aと受信用光ファイバ1004bの2本の光ファイバを用いている。これに対して図12の光送受信装置では1本の光ファイバ1004cを用いている。図11の光送受信装置では、送信ラインと受信ラインはそれぞれ送信カップリングレンズ1003aと受信カップリングレンズ1003bにより完全に独立させている。このため、カップリングレンズ1003aと1003bの2個が必要であり、送信用光ファイバ1004aと1004bの2本の光ファイバが必要である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】このために、図11の光送受信装置においては、2本分の光ファイバのコストがかかり、しかも光送受信装置の大型化が避けられない。図12の光送受信装置では、カップリングレンズ1003cを1つ用いるとともに、直方体又は立方体のハーフミラー1006を1つ用いている。このハーフミラー1006は、発光装置1001の送信光と、光ファイバ1004cからの受信光を光学的に分けるのであるが、このハーフミラー1006の反射率と透過率の典型例を図13に示す。

【0006】図13の送信光が100%であるとすれば、ハーフミラー1006における送信光は実線で示すようにその50%が透過し、残りの50%は反射してしまう。これに対して受信光は点線で示すように、100%の内の50%は受光装置側に到達するが、残りの50%は透過してしまう。このことから、発光及び受光の効率は、最大でも $0.5 \times 0.5 = 0.25$ 、すなわち25%にしかならず、ハーフミラー1006を用いた場合の光の利用効率は極めて低いものになる。

【0007】図14は、このハーフミラー1006に代えて用いる別の偏光ビームスプリッタ1007の例を示している。この偏光ビームスプリッタ1007は、反射面に対して、P偏光（入射平面に平行な偏光）で入射した光は、ほぼ100%透過し、S偏光（入射平面に垂直な偏光）で入射した光は、ほぼ100%反射するようになっている。発光装置（素子）にレーザ光源を使用した場合には、送信光は直線偏光している。偏光ビームスプリッタ1007の反射面に対して、この直線偏光の方向を、P偏光で入射させれば、100%光は透過し、図12のカップリングレンズ1003Cを通して、光ファイ

バ1004Cへ入力される。

【0008】ところで、このような光送受信装置を、たとえば家庭の中の電子機器等の通信制御に用いる、いわゆるホームネットワークで使用する場合には、ホームネットワークで一般的に使用されるマルチモードの光ファイバは、伝搬中に媒体中の複屈折や、全反射時の偏光の回転等で、直線偏光を入射しても、速やかに、ランダム偏光になる。PMMA（ポリメチルメタアクリレート、プラスチックの一種で透過性が高いため、一般的に光ファイバ用として用いられている）のステップインデックスのマルチモードファイバの場合、約2〜5mの伝搬距離で完全にランダムな偏光になる。このため、図14で、受信光つまりファイバを通過してきた光は、ランダム偏光になっており、P偏光とS偏光を等量含んだ偏光状態になっている。図12の様な位置関係に受光装置をおけば、S偏光成分が受光装置に入り、受信光の戻りの効率は、50%となってしまう。

【0009】図13のハーフミラー1006の場合が、送受信の効率は、25%であったが、図14の偏光ビームスプリッタ1007を利用すると50%に上昇する。しかし、これら立方体又は直方体のハーフミラー1006や偏光ビームスプリッタ1007を使用するために、機器を小型化するのに難点があり、発光装置と受光装置を近接して置くことが、難しくなる。特開平8-15582のように、回折素子を、ただ光を曲げるだけの偏光素子として用いた例はあるが、偏光素子として用いて、送受信の効率を上げた例はない。そこで本発明は上記課題を解消し、部品点数の削減とともにより小型化が図れる光送受信装置を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的は、本発明にあるは、単一の光伝送路を用いて送受信する光送受信装置において、直線偏光の送信光を発生する発光手段と、単一の光伝送路から送られてくる受信光を受光する受光手段と、発光手段と受光手段と、単一の光伝送路の端部の間に配置されて、発光手段から単一の光伝送路に導かれる送信光と、単一の光伝送路から送られてくる受信光とを分離する平板状の偏光分離素子と、を備えることを特徴とする光送受信装置により、達成される。

【0011】本発明では、単一の光伝送路を用いて送受信する場合に、発光手段が直線偏光の送信光を発生する。受光手段は、単一の光伝送路から送られてくる受信光を受光する。平板状の偏光分離素子は、発光手段と受光手段と、単一の光伝送路の端部の間に配置されて、発光手段からの単一の光伝送路に導かれる送信光と単一の光伝送路から送られてくる受信光とを分離するものである。これにより、平板状の偏光分離素子を用いることから、従来のようなハーフミラーとカップリングレンズを用いる必要がなく、しかも直方体あるいは立方体状のハーフミラーあるいは偏光ビームスプリッタを用いる必要

もないので、光送受信装置の小型化が図れる。

【0012】本発明において、好ましくは平板状の偏光分離素子は、偏光性ホログラフィック光学素子である。これにより、平板状の偏光分離素子を形成でき、小型化を行うことが可能になる。

【0013】本発明において、好ましくは平板状の偏光分離素子は、構造複屈折素子を有する。これにより、構造性複屈折は、基板に溝を構成するだけで形成できるため、安価にできる可能性がある。

【0014】本発明において、好ましくは平板状の偏光分離素子には、集光機能を有するホロレンズを有する。これにより、送信光を集光して単一の光伝送路の端部に導くことができ、受信光を集光して受光手段に導くことができる。

【0015】本発明において、好ましくはホロレンズは、形成または貼り付けることで設けられている。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下に述べる実施の形態は、本発明の好適な具体例であるから、技術的に好ましい種々の限定が付されているが、本発明の範囲は、以下の説明において特に本発明を限定する旨の記載がない限り、これらの形態に限られるものではない。

【0017】図1は本発明の光送受信装置を適用することができる対象として、たとえばいわゆるコネクティッドホーム（Connected Home）と呼ばれる家庭をネットワークで世界の情報提供者と接続した例を示している。家200の中には、各種電気機器や、情報機器などが配置されている。家200は、外部のコンテンツ提供者201から、アクセスネットワーク202を介して、ホームサーバー203に情報の提供を行った後、ホームサーバー203側からアクセスネットワーク202を介してコンテンツ提供者201側に情報を送ることができるようになっている。また、家200にはアンテナ204が設けられており、このアンテナ204からは、コンテンツ提供者201からの情報が人工衛星205を介して送ることができるようになっている。この情報の提供の仕方は、人工衛星205を使った衛星回線の他に、地上波を用いた方式を採用することもできる。

【0018】図1の家200の中には、上述した機器の制御系210と、マルチメディア系220が設けられている。制御系210とは、一般家庭で用いる機器、たとえば電灯210A、冷蔵庫210B、電子レンジ210C、エアコンディショナーの室内機210D、電気カーペット210E、ガス給湯器210F、在宅医療用機器210G等をコントロールするための信号経路を形成している。これに対して、マルチメディア系220は、マルチメディア時代に対応する機器、たとえばコンピュータ220A、電話機220B、オーディオ機器220

C、携帯型情報機器220D、デジタルスチルカメラ220E、プリンタ・ファクシミリ220F、デジタルビデオカメラ220G、ゲーム機220H、DVD（デジタルバーサタイルディスクあるいはデジタルビデオディスク：商標）プレイヤー220I、テレビジョン受像機220J等をコントロールする信号経路を形成している。これらの制御系210やマルチメディア系220の各種機器は、ホームサーバー203に対して後で説明する光ファイバを用いて一芯双方向光通信方式で光信号を送受信することで、制御系210の各機器のオン・オフ制御や各種機器への情報の供給等を行ったり、マルチメディア系220のテレビジョン受像機220Jのスイッチオンやスイッチオフや情報の供給や発送等の操作を行うことができるようになっている。

【0019】図2は、図1に示す制御系210あるいはマルチメディア系220の各種機器間及び各種機器とホームサーバー203を接続するための光送受信装置1の一例を示している。この光送受信装置1は、いわゆる一芯双方向光通信回路に用いられるものであり、光ファイバ11は、一方の機器M1や他方の機器M2の間で多重して光信号の送受信を行うことができる。光送受信装置1は、これらの機器M1、M2にそれぞれ設けられている。これらの機器M1、M2は、図1に示す制御系210の各機器やマルチメディア系220の各機器そしてホームサーバ203等のことである。

【0020】図3は、図2に示す光送受信装置1の好ましい実施の形態を示している。図3の光送受信装置1は、光ファイバ11と機器M1あるいはM2等を接続する機能を有しており、光送受信装置1は、送信号源5a、受信処理回路5b、発光手段としての発光装置101、受光手段である受光装置102、偏光性ホログラム光学素子（偏光性HOE：Holographic Optical Element）7、カップリングレンズ3c等を有している。偏光性ホログラム光学素子（偏光性HOE）は、直方体又は立方体ではなく、平板状の偏光分離素子である。この偏光性ホログラム光学素子7は、発光装置101側からの実線で示す送信光S1をカップリングレンズ3cを介して光ファイバ11の端面11Aに導くとともに、光ファイバ11の端面11Aから導かれる破線で示す受信光S2を、送信光S1とは分離して受光装置102に導くものである。

【0021】この偏光性ホログラム光学素子7は、原理的には、図4に示すように、複屈折性基板7aと、通常の透明基板7bから構成されている。複屈折性基板7aは、たとえばLiNbO₃、KDP（KH₂PO₄）、KTP（KTiOPO₄）などを使用できる。通常の透明基板7bは、たとえばSF11、BK7などのガラスにより作られている。複屈折性基板7aは、ある周期を持った溝7cもしくはあるピッチ毎に形成された溝7cを有している。これに対して、透明基板7bは複屈折の

ない通常の透明体である。複屈折性基板7aとは、ある偏光（常光）に対しては、ある屈折率n₀を用い、ある偏光（常光）と直交する偏光（異常光）に対しては屈折率n₁を用い、この屈折率n₀とn₁が等しくないものである。

【0022】図4においては、たとえば常光L1を考えると、常光L1は実線で示す矢印のように偏光性ホログラム光学素子7を通過する。この場合に、偏光性ホログラム光学素子7の位置P1を通る光と、位置P2を通る光との位相差は、溝7cの深さEと、通常の透明基板7bと複屈折性基板7aの屈折率の差の片方あるいは両方を調整することにより、2πの整数倍になるようにできる。この場合に、常光L1は、溝7cの影響を何ら受けずに太い実線の矢印で示すように直進する。

【0023】一方、異常光L2の場合には、位置P1を通る光と、位置P2を通る光での位相差は、複屈折性基板7aの部分での屈折率が常光L1とは異なるので、2πの整数倍にはならない。このために、異常光L2は溝7cを感知して回折して、破線で示す矢印のように大きく曲がる。ここで、当然であるが、溝7cの深さEと、複屈折性基板7aと通常の透明基板7bの屈折率差を調整することにより、常光L1を回折させ、異常光L2を直進させることも可能である。

【0024】図5において、θを出射角、θ₀を入射角、λを光の波長、そして溝のピッチをdとし、mを次数とすると、一般に出射角と入射角の関係は、次の式のようになる。

$$\sin \theta - \sin \theta_0 = m \lambda / d$$

【0025】図3の発光装置101がたとえばレーザダイオードを用いた場合には、その光の波長たとえば650nmとして、この発光装置101から偏光性ホログラム光学素子7に対して垂直入射、すなわち上式でθ₀=0である場合であって、溝7cのピッチdが、たとえば高密度情報記録媒体（デジタルバーサタイルディスクあるいはデジタルビデオディスク等と呼ばれている）のトラック周期並の0.8μmとして、一次光の方向に飛ばすとする、図5の角度θとしては約54°の角度変化がつくことになる。この約54°の角度変化は、典型的な通信用プラスチック光ファイバのNA（開口数）が0.32（約20°弱）の発散角に対して十分に大きく、図3の発光装置101と受光装置102の分離を完全に図ることができる。

【0026】このように、図4に示す平板状の偏光性ホログラム光学素子を、従来用いられている直方体又は立方体の偏光ビームスプリッタに代えて、光送受信装置1の中に配置することにより、発光装置101の送信光（発光）S1の直線偏光を、常光L1の方向とすると、ほぼ100%の光量が、光ファイバ11の端面11Aに向かう。一方、光ファイバ11の端面11Aから出てくるランダム偏光された受信光S2は、ほぼその半分の光

量が偏光性ホログラム光学素子7を通り受光装置102に受光できる。

【0027】勿論、図3において、発光装置101と受光装置102の位置関係を逆にして、偏光性ホログラム光学素子の溝7cを感知する偏光方向を、発光装置101の送信光S1の直線偏光の方向とすることにより、全く同じ効果が得られる。図3のように、平板状の偏光分離素子である偏光性ホログラム光学素子7を用いることにより、立方体あるいは直方体状の偏光ビームスプリッタを用いるのに比べて、発光装置101と受光装置102と、光ファイバ11の端面11Aの間隔を小さくでき、光送受信装置1の小型化を図ることができる。

【0028】図6は、本発明の平板状の偏光分離素子の別の実施の形態を示している。図6の偏光分離素子である偏光性ホログラム光学素子107は、複屈折性基板107aと通常の透明基板107bを有している。この偏光性ホログラム光学素子107は、図4の偏光性ホログラム光学素子7に比べて、効率を上げほぼ100%回折できるものである。複屈折性基板(複屈折性媒体とも呼ぶ)107aの常光L1に対する屈折率は、通常の透明基板107bの屈折率と同じにしておく。複屈折性基板107aは所定のピッチで溝107cを有しているが、その溝107cはほぼ三角形形状になっている。このように溝107cの形状を断面で見ると三角形形状にするのは回折光を+1次光のみに限定するためである。図4の素子では±1で光が発生し、受光器に入る光の効率が低下する。+1次光に限定することにより、受光効率をほぼ100%に上げることができる。いずれにしても、複屈折性基板107aの常光に対する屈折率 n_0 を、通常の透明基板107bの屈折率 n_1 と同じにしておくことにより、常光L1はこのブレイズされた偏光性ホログラム光学素子107の影響を受けない。異常光L2は、このブレイジングの影響で屈折を受け方向を変化させる。ここでも常光L1と異常光L2のどちらを、図3の発光装置101の直線偏光と合わせるかは、自由である。

【0029】図7に示すのは、本発明の光送受信装置のさらに別の実施の形態を示している。図7の光送受信装置1が、図3の光送受信装置と異なるのは、図3において使用している偏光性ホログラム光学素子7とカップリングレンズ3cに代えて、1つの平板状の偏光分離素子207を用いている点である。この平板状の偏光分離素子207は、図8と図9に示すような構造を有している。すなわち、たとえば図4に示した偏光性ホログラム光学素子7に対してカップリングレンズとしてホロレンズ210を一体的に成形あるいは貼り付けたものである。偏光性ホログラム光学素子(偏光性HOE)7は、図4と同様に複屈折性基板7aと通常の透明基板7bを有しており、その機能は図4のものと同一である。そしてカップリングレンズ210は、その通常の透明基板7bに対して、金型により一体に形成するかあるいは接着

剤により貼り付けてある。

【0030】このカップリングレンズ210は、図3におけるカップリングレンズ3cの役割を果たすものである。このようにすることで、部品点数を削減できるとともに、発光装置と受光装置と、光ファイバの端面の間隔をさらに小さくできるので、光送受信装置1の小型化をさらに図ることができる。これは、平板状の偏光性ホログラム光学素子7と、ホロレンズであるカップリングレンズ210がともに平板状であるためである。本発明の実施の形態においては、平板状の偏光分離素子として、持った光の波長以下の微小ピッチによる電磁気的効果を利用した構造的複屈折性の素子も利用することができる。すなわち、図10のように構造的複屈折をもつ部分Aと複屈折のない部分Bをピッチdで形成する。構造的複屈折をもつ部分Aはピッチrを光の波長以下に構成すると、常光と異常光に対して異なる屈折率を有するようになる。ここで部分Bを透過する光と部分Aを透過する光の位相差を常光で 2π 、異常光で π になるように高さhとピッチrを選んでおけば常光では屈折率の差を感じなく、異常光ではピッチdの屈折率の差を感じて回折する。上述したような光送受信装置は、たとえば次世代のコンシューマ光ネットワーク、特に光ホームネットワークに最適である。

【0031】ところで本発明は上記実施の形態に限定されない。上述した実施の形態では、本発明の光送受信装置が、家庭用の制御系あるいはマルチメディア系のネットワークの構築に用いられている。しかしこれに限らず、自動車、飛行機、船等の移動体内における各種情報のやり取りを行うための通信系統等にも本発明の光送受信装置が適用できる。また発光装置としてレーザダイオードのようなレーザ発光源を用いているが、そのレーザ発光源の使用する波長は、650nmに限らず他の波長領域を用いることも勿論可能である。そして発光装置としてはレーザ発光源に限らず他の種類の発光源を用いることも勿論可能である。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、部品点数の削減とともににより小型化が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光送受信装置が適用できる一例として、家庭内における制御系やマルチメディア系の情報通信に用いられている例を示す図。

【図2】本発明の光送受信装置が機器と機器の間に配置されている一例を簡単に示す図。

【図3】本発明の光送受信装置の好ましい実施の形態を示す図。

【図4】図3の光送受信装置に用いられている平板状の偏光分離素子としての偏光性ホログラム光学素子の構造を示す図。

【図5】図4のホログラム光学素子の原理を示す図。

【図6】本発明の偏光分離素子の別の実施の形態として、偏光性ホログラム光学素子の別の形態を示す図。

【図7】本発明の光送受信装置の別の実施の形態を示す図。

【図8】図7の光送受信装置に用いられている平板状の偏光分離素子を示す平面図。

【図9】図8の偏光分離素子の構造を示す断面図。

【図10】偏光分離素子の構造を示す図。

【図11】従来の2本の光ファイバを用いた光送受信装置を示す図。

【図12】従来の1本の光ファイバとハーフミラー等を用いた光送受信装置を示す図。

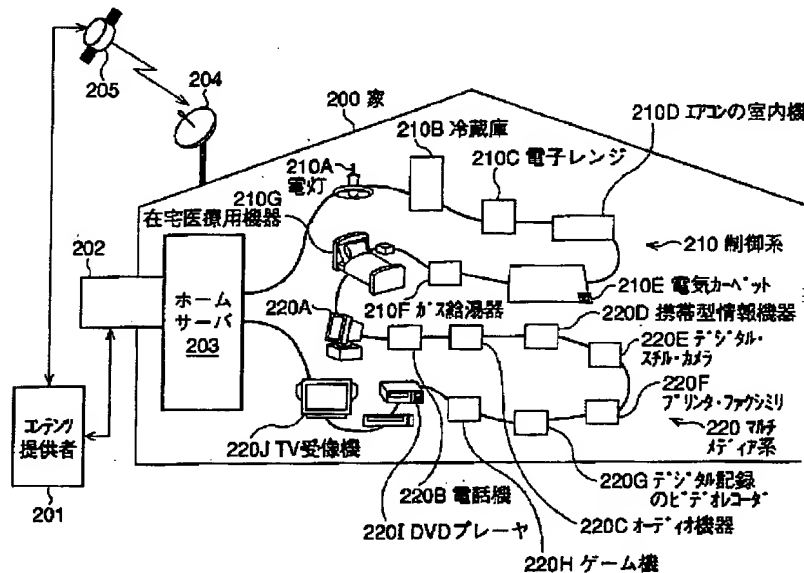
【図13】図11の従来の光送受信装置におけるハーフミラーの光の効率を示す図。

【図14】従来の偏光ビームスプリッタを用いた場合の光の効率を示す図。

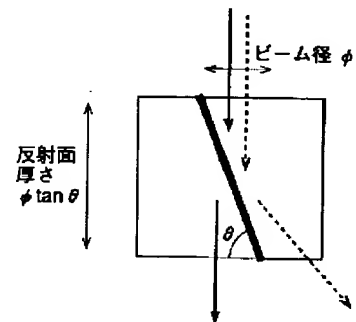
【符号の説明】

1・・・光送受信装置、7・・・偏光性ホログラム光学素子（平板状の偏光分離素子）、7a・・・複屈折性基板、7b・・・通常の透明基板、11・・・光ファイバ（単一の光伝送路）、101・・・発光装置（発光手段）、102・・・受光装置（受光手段）、S1・・・送信光、S2・・・受信光、L1・・・常光、L2・・・異常光

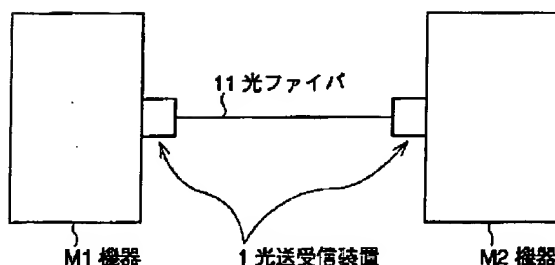
【図1】



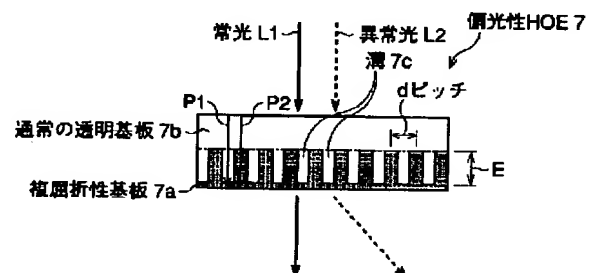
【図5】



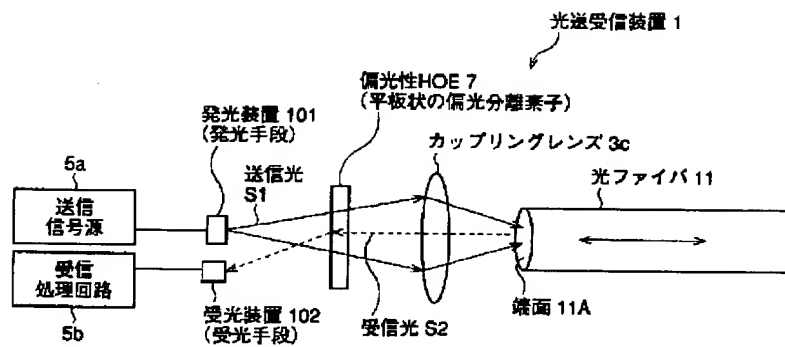
【図2】



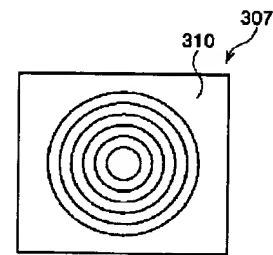
【図4】



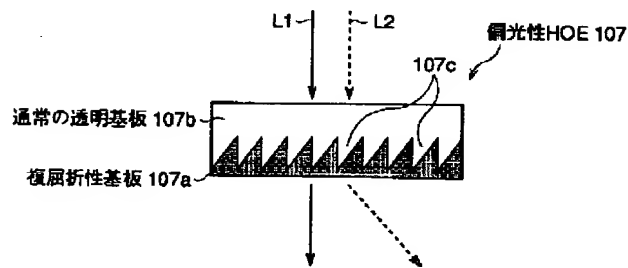
【図3】



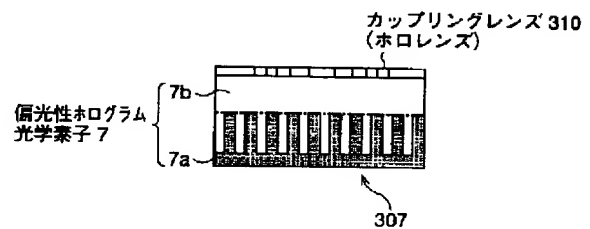
【図8】



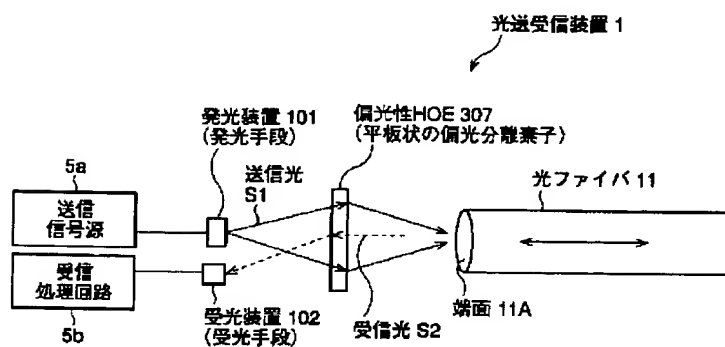
【図6】



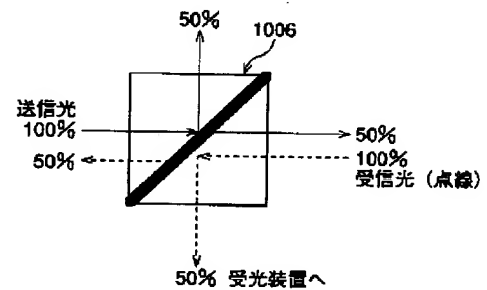
【図9】



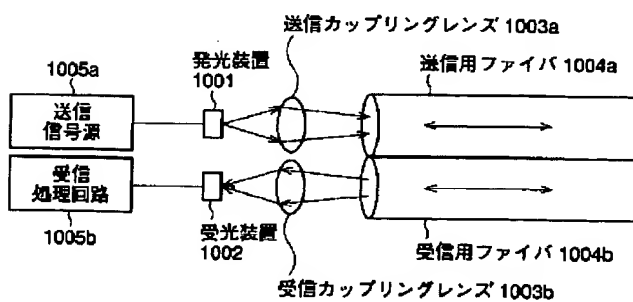
【図7】



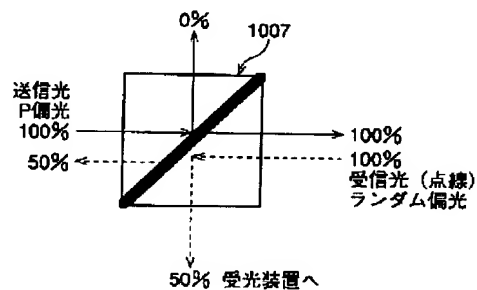
【図13】



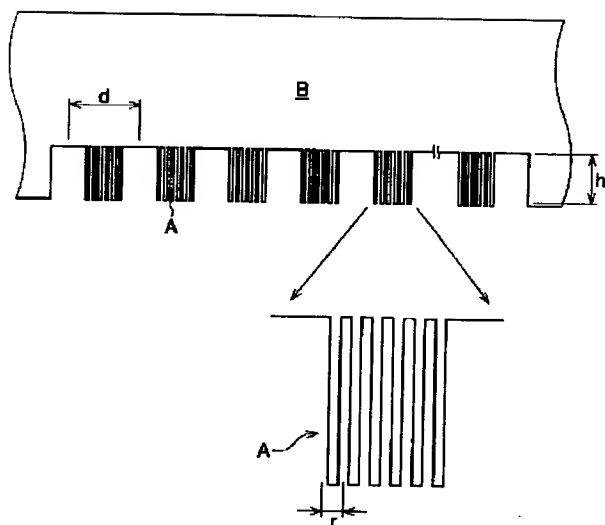
【図11】



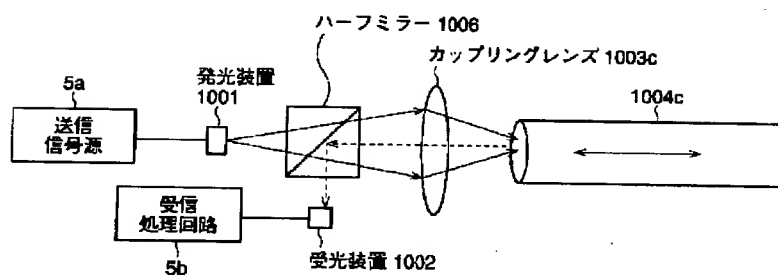
【図14】



【図10】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 鳥海 洋一
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(72)発明者 大久保 賢一
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA03 BA12 CA11 CA33
2H047 BB05
5F041 EE03 FF14
5F088 BB01 JA11 JA14
5K002 AA05 BA02 BA31 DA42 FA01